

Electrical heating sink component for electrical systems, has improved heat sinking capacity provided plastic material filled with metal particles

Patent Number: DE19854642
Publication date: 2000-06-15
Inventor(s): HUNDT HARALD (DE)
Applicant(s): VACUUMSCHMELZE GMBH (DE)
Requested Patent: ☐ DE19854642
Application Number: DE19981054642 19981126
Priority Number(s): DE19981054642 19981126
IPC Classification: H05K7/20; H01F27/22
EC Classification: H01F27/22, H05K7/20F
Equivalents:

Abstract

A toroidal core inductance (2) is embedded in a material that operates as an efficient heat sink for the generated thermal energy. The heat sink is formed by a plastic material (7) that is filled with a matrix of metal particles (9). The material is such that it has high electrical strength.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 54 642 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 05 K 7/20
H 01 F 27/22

⑳ Aktenzeichen: 198 54 642.4
㉔ Anmeldetag: 26. 11. 1998
㉕ Offenlegungstag: 15. 6. 2000

DE 198 54 642 A 1

㉗ Anmelder:
Vacuumschmelze GmbH, 63450 Hanau, DE

㉘ Vertreter:
Zedlitz, P., Dipl.-Inf.Univ., Pat.-Anw., 80331
München

㉚ Erfinder:
Hundt, Harald, 64807 Dieburg, DE

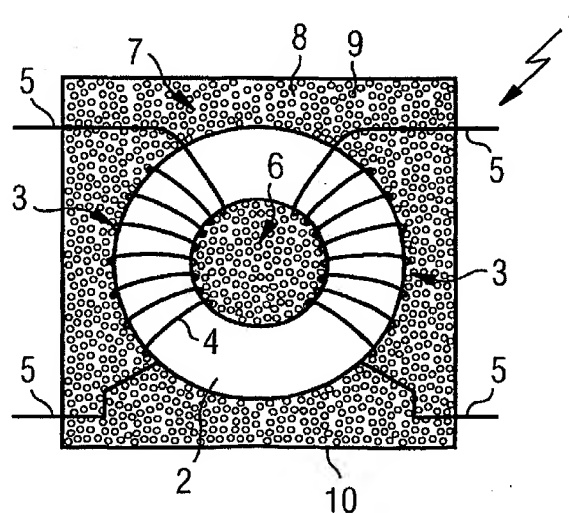
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 197 04 549 A1
DE 196 39 938 A1
DE 35 28 291 A1
DE 35 22 084 A1
DE 94 06 996 U1
WO 95 22 152 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Bauelement mit verbesserter Wärmesenke

⑤⑦ Ein Bauelement zum Einsatz in elektrischen Schaltungen weist zwischen spannungsführenden Leitern (4) eine Vielzahl von einander berührenden Metallteilchen (9) auf, die von einer Isolierschicht (11) umgeben sind. Die in eine Kunststoffmatrix (8) eingebetteten Metallteilchen (9) führen die beim Betrieb des Bauelements entstehende Verlustwärme auf wirksame Weise ab, ohne daß die Spannungsfestigkeit des Bauelements beeinträchtigt wird.



DE 198 54 642 A 1

DE 198 54 642 A 1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Bauelement zur Verwendung in elektrischen Schaltungen mit einer Wärmesenke aus Kunststoff.

Ein derartiges Bauelement ist aus der DE 94 06 996 U1 bekannt. Bei dem bekannten Bauelement handelt es sich um einen Übertrager mit einem weichmagnetischen, mit elektrisch leitenden Wicklungen umgebenen Ringkern, den in einem Gehäuse mit Gießharz vergossen ist. Das Gießharz dient dazu, die beim Betrieb des Übertragers entstehende Wärme an das Gehäuse abzuführen. Von dort kann die beim Betrieb des Übertragers entstehende Wärme weiter an die Umgebung abgegeben werden.

Ein Nachteil der bekannten Vorrichtung ist, daß die Wärmeableitung der entstehenden Verlustwärme durch das Gießharz behindert wird. Für derartige Zwecke verwendete Gießharze weisen Wärmeleitkoeffizienten zwischen 0,3 und 0,4 W/mK auf. Der Wärmeleitkoeffizient von Gießharzen liegt somit um den Faktor 1000 unterhalb des Wärmeleitkoeffizienten von Kupfer, der etwa 260 W/mK beträgt.

Weiterhin ist aus der WO 95/22 152 A1 ein für den Spritzguß geeigneter Polyamidwerkstoff bekannt, der ein metallisches Pulver und Kohlefasern enthält. Durch das metallische Pulver wird die Wärmeleitfähigkeit des Polyamidwerkstoffs verbessert. Durch den Gehalt an metallischem Pulver und Kohlefasern wird der Polyamidwerkstoff außerdem elektrisch leitend.

Elektrisch leitende Werkstoffe eignen sich jedoch insbesondere bei hohen Anforderungen an die Spannungsfestigkeit nicht für die Verwendung als Wärmesenke, da ansonsten die Gefahr von Durchschlägen besteht.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Bauelement zur Verwendung in elektrischen Schaltungen zu schaffen, dessen aus Kunststoff gefertigte Wärmesenke eine hohe Wärmeleitfähigkeit und Spannungsfestigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in dem Kunststoff eine Vielzahl von einer Isolierschicht tragende Metallteilchen enthalten ist.

Dadurch, daß die Metallteilchen eine Isolierschicht tragen, kann die Dichte der Metallteilchen in der Kunststoffmatrix bis an die Schüttdichte heranreichen, ohne daß die Wärmesenke elektrisch leitend wird. Durch die hohe Dichte der Metallteilchen in der Kunststoffmatrix weist die Wärmesenke jedoch einen hohen Wärmeleitkoeffizienten auf. Insofern wird bei einem Bauelement gemäß der Erfindung die entstehende Verlustwärme auf wirksame Weise abgeführt.

Weitere Ausführungsformen und vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigelegten Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht durch ein induktives Bauelement;

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt der Darstellung aus Fig. 1;

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt der Darstellung aus Fig. 2;

Fig. 4 eine Querschnittsansicht durch ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel des Bauelements aus Fig. 1;

Fig. 5 einen Querschnitt durch das Bauelement aus Fig. 4 entlang der Schnittlinie V-V in Fig. 4;

Fig. 6 einen Querschnitt durch ein weiteres induktives Bauelement, bei dem die Wicklung von einer Hülle umgeben ist;

Fig. 7 einen Querschnitt durch ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel des Bauelements aus Fig. 6, bei dem die

2

Metallteilchen in Hüllen enthalten sind;

Fig. 8 ein Diagramm, in dem die Abhängigkeit des prozentualen Metallfüllgrads vom Außendurchmesser von als Metallteilchen verwendeten Metallkugeln dargestellt ist;

Fig. 9 ein Diagramm, in dem die Abhängigkeit der Summe aller Beschichtungsdicken vom Metallfüllgrad dargestellt ist; und

Fig. 10 ein Diagramm, in dem die Abhängigkeit der Spannungsfestigkeit vom Elektrodenabstand eines Kondensators dargestellt ist, dessen Zwischenraum mit isolierten Kupferkugeln gefüllt ist.

Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht einer Ringkern-Drossel 1, die einen aus einem weichmagnetischen Material gefertigten Ringkern 2 aufweist. Auf den Ringkern 2 sind zwei Drosselwicklungen 3 aus Kupferdrähten 4 aufgewickelt, die über Anschlußleitungen 5 an eine elektrische Schaltung anschließbar sind. Sowohl ein Innenloch 6 des Ringkerns 2 als auch ein Außenraum 7 zwischen dem Ringkern 2 und einem Gehäuse 10 sind mit einer Kunststoffmatrix 8 gefüllt, in die eine Vielzahl von Metallkugeln 9 eingebettet ist.

Fig. 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt eines hinsichtlich der Isolationsfestigkeit besonders kritischen Bereichs.

Zwischen den lackierten Kupferdrähten 4 der beiden Drosselwicklungen 3 bilden die Metallkugeln 9 eine in Teilstrecken leitfähige Verbindung.

In Fig. 3 sind wiederum in einer Vergrößerung der Fig. 2 die zwei Kupferdrähte 4 mit dem geringsten Abstand sowie die dazwischen zufällig entstandene Anordnung der Metallkugeln 9 dargestellt. Jede einzelne der Metallkugeln 9 weist eine dünne Isolierschicht 11 auf ihre Oberfläche auf. Falls die Metallkugeln 9 in Schüttdichte nebeneinander liegen, gibt es zwischen den beiden Kupferdrähten 4 eine Kette sich berührender Metallkugeln 9. Durch die Isolierschichten 11 der einzelnen Metallkugeln 9 ist jedoch die Isolation der Kupferdrähte 4 gewährleistet.

Als Isolierschicht 11 kommen insbesondere Kunststoffbeschichtungen in Frage. Besonders günstig ist die Beschichtung der Metallkugeln 9 mit einem Lack in einem Tauchbad, da dadurch die lückenlose Abdeckung der Metallkugeln 9 durch die Isolierschicht 11 gewährleistet ist. Es ist jedoch darauf zu achten, daß durch die Dicke der Isolierschicht 11 die Wärmeleitung nicht zu stark beeinträchtigt wird. Auch Isolierschichten 11 aus einer nicht leitenden Metallverbindung eignen sich als Isolierschicht 11. Derartige Isolierschichten 11 können durch eine chemische Umsetzung an der Metalloberfläche der Metallkugeln 9 erzielt werden. Neben der Bildung von Oxiden kommt auch die Ausbildung von Chloriden, Sulfaten oder Nitraten in Frage. Außerdem sind dafür Verfahren wie Patinieren, Eloxieren oder Phosphatieren geeignet. Die Isolierschicht 11 kann auch aus Silan bestehen. Silanverbindungen eignen sich auch als Haftvermittler zwischen der Metalloberfläche der Metallkugeln 9 und einer Isolierschicht 11 aus Kunststoff, die auf den Haftvermittler aufgebracht ist.

Anstelle der Metallkugeln 9 sind auch Metallteilchen mit anderen Geometrien verwendbar. Die bevorzugte Form ist jedoch die Kugelform, da die Schüttdichte von kugelförmigen Teilchen größer als die Schüttdichte von Teilchen mit anderen Geometrien ist. Außerdem besitzen kugelförmige Teilchen aus hochspannungstechnischer Sicht die höchste Durchschlagsfestigkeit, da es zu keinen Feldüberhöhungen kommt. Ferner weist Pulver aus kugelförmigen Teilchen mit entsprechender Körnung eine gute Rieselfähigkeit auf, so daß auch verwinkelte Hohlräume leicht zu füllen sind. Schließlich besteht bei kugelförmigen Teilchen eine geringere Gefahr als bei Teilchen mit anderen Geometrien, daß die Isolierschicht 11 im Verlauf von Schütt- und Füllvorgängen beschädigt wird.

DE 198 54 642 A 1

3

Der für die Metallkugeln 9 verwendete Werkstoff sollte eine gute Wärmeleitfähigkeit besitzen sowie preiswert verfügbar sein und nicht zur Korrosion neigen. Hier kommen beispielsweise Metalle wie Kupfer, Aluminium oder diverse Bronzen in Frage. Aufgrund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit ist Kupfer der bevorzugte Werkstoff bei hohen Anforderungen an die Wärmeleitfähigkeit, während Aluminium aufgrund der etwas schlechteren Wärmeleitfähigkeit insbesondere dann in Frage kommt, wenn das Gewicht von Bedeutung ist.

Beim Einsatz in induktiven Bauelementen kommt es außerdem darauf an, daß der für die Metallkugeln 9 verwendete Werkstoff nicht ferromagnetisch ist, um eine Streuung des magnetischen Flusses zu verhindern.

Zur Verminderung auftretender Wirbelstromverluste bietet sich die Verwendung von Legierungen an, die einerseits eine gute Wärmeleitfähigkeit besitzen und andererseits einen hohen elektrischen Widerstand haben. Hier sind beispielsweise Legierungen auf Kupfer-Nickel-Basis zu nennen.

Zur Herstellung der Kunststoffmatrix 8 eignen sich übliche Gießharze. Beim Füllen des Innenlochs 6 und des Außenraums 7 der Ringkerndrossel 1 kann auf unterschiedliche Art und Weise vorgegangen werden. Wenn es darauf ankommt, eine möglichst hohe Dichte der Metallkugeln 9 zu erzielen, ist es zweckmäßig, zunächst die Metallkugeln 9 in das Innenloch 6 und in den Außenraum 7 einzuschütten und dann das Gießharz in das Innenloch 6 und den Außenraum 7 einzugießen. Dabei kann es jedoch leicht zum Einschluß von Luftblasen kommen. Um dies zu vermeiden, ist es besser, zunächst das Gießharz mit den Metallkugeln 9 zu vermischen, die Mischung zu entgasen und dann die Mischung in das Innenloch 6 und den Außenraum 7 einzugießen. Niedrige Dichten lassen sich schließlich auch dadurch erzielen, daß zunächst eine abgewogene Menge Gießharz in das Innenloch 6 und den Außenraum 7 der Ringkerndrossel 1 eingegossen wird und daß danach die Metallkugeln 9 im Gießharz versenkt werden. Während das Gießharz aushärtet, sinken die Metallkugeln 9 auf den Grund des Innenlochs 6 und des Außenraums 7 ab. Über eine geeignete Wahl der Viskosität und Aushärtzeit des Gießharzes ist es möglich, eine annähernde Gleichverteilung der Metallkugeln 9 in der Kunststoffmatrix 8 zu gewährleisten. Die bei dieser Vorgehensweise erzielte Sedimentationsdichte der Metallkugeln 9 liegt unter der Schüttdichte der Metallkugeln 9. Sie ist dennoch ausreichend, um eine gute Wärmeableitung vom Ringkern 2 zu dem Gehäuse 10 zu gewährleisten.

Die Metallkugeln 9 in der Kunststoffmatrix 8 bringen eine Reihe von Vorteilen mit sich. Durch das Einbringen der Metallkugeln 9 in die Kunststoffmatrix 8 wird zum einen die Wärmeleitfähigkeit der als Wärmesenke dienenden Kunststoffmatrix 8 wesentlich erhöht, so daß die im Ringkern 2 und den Drosselwicklungen 3 erzeugte Verlustwärme auf wirksame Weise abgeführt wird. Außerdem bewirkt die Füllung der Kunststoffmatrix 8 mit den Metallkugeln 9 eine Absenkung des linearen Ausdehnungskoeffizienten der Kunststoffmatrix 8, was gerade bei größeren Bauteilen die Anfälligkeit gegen Ablösungen und die Bildung von Rissen erheblich vermindert. Trotz der verbesserten Wärmeleitfähigkeit ist jedoch aufgrund der Isolierschicht 11 keine Beeinträchtigung der Spannungsfestigkeit der Ringkerndrossel 1 zu befürchten.

Die Spannungsfestigkeit kann außerdem durch weitere Maßnahmen zusätzlich erhöht werden.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel der Ringkerndrossel 1 sind die Drosselwicklungen 3 durch eine zusätzliche Trennwand 12 gegeneinander elektrisch isoliert. Die Trennwand 12 ist so ausgebildet, daß sie an freien Stellen

4

zwischen den Drosselwicklungen 3 den Ringkern 2 eng umschließt, so daß nur Fugen 13 mit einer Weite s kleiner als der Durchmesser der Metallkugeln 9 zwischen dem Ringkern 2 und der Trennwand 12 vorhanden sind. Da in die Fugen 13 die Metallkugeln 9 nicht eindringen können, wird bereits durch die Trennwand 12 eine sichere Isolation der beiden Drosselspulen 3 erreicht. In diesem Fall kann die Isolierschicht 11 der Metallkugeln 9 sehr dünn gehalten werden. Eine Isolation durch eine Metalloxidschicht kann dann bereits ausreichend sein.

In Fig. 6 ist ein Querschnitt durch einen Transformator oder Übertrager 14 dargestellt. Der Transformator 14 weist eine auf den Ringkern 2 aufgewickelte Primärwicklung 15 auf. Der Ringkern 2 und die Primärwicklung 15 sind von einem Trog 16 umgeben, auf den eine Sekundärwicklung 17 aufgewickelt ist. Die Sekundärwicklung 17 ist schließlich von einem Gewebeband 18 umgeben, dessen Öffnungen so klein sind, daß sie zwar das die Kunststoffmatrix 8 bildende Gießharz hindurchlassen, die in der Kunststoffmatrix 8 eingebetteten Metallkugeln 9 jedoch zurückhalten. Durch das Gewebeband 18 wird das Eindringen der Metallkugeln 9 in den Bereich der Primärwicklung 15 und der Sekundärwicklung 17 verhindert. Andererseits durchdringt das Gießharz das Gewebeband 18 ohne Schwierigkeiten und dringt somit auch in das Innere des Transformators 14 ein. Bei diesem Ausführungsbeispiel können auch zwei Arten von Gießharz verwendet werden. Mit der einen Gießharzart kann der Innenraum des Trogs 16 gefüllt werden, während mit der anderen Gießharzart der restliche Innenraum des Gehäuses 10 gefüllt wird.

Fig. 7 zeigt ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel des Transformators 14, bei dem zwischen Primärwicklung 15 und Sekundärwicklung 17 Isolierscheiben 19 eingebracht sind. Außerdem befinden sich die Metallkugeln 9 in geschlossenen Säcken 20 aus einem Gewebe, das wiederum das die Kunststoffmatrix 8 bildende Gießharz hindurchtreten läßt und die Metallkugeln 9 zurückhält.

Den in den Fig. 6 und 7 dargestellten Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß die Isolierschicht 11 auf den Metallkugeln 9 auch sehr dünn ausgeführt werden kann, da die Metallkugeln 9 mit den spannungsführenden Teilen des Transformators 14 nicht in Berührung kommen. Wenn dies sichergestellt ist, kann die Isolierschicht 11 sogar ganz entfallen.

Bei der Verwendung von Metallkugeln 9 mit einer Isolierschicht 11 besteht die Optimierung in einem Kompromiß zwischen guter Wärmeleitfähigkeit durch eine hohe Packungsdichte der Metallkugeln 9 und somit durch einen hohen Volumenanteil an gutem Wärmeleitmaterial und einer gleichzeitig ausreichenden Spannungsfestigkeit, welche durch die Summe der Dicken der einzelnen Isolierschichten 11 sichergestellt wird.

Mit Hilfe einer Modellrechnung wurde der Zusammenhang zwischen der Dicke der Isolierschicht 11 der Metallkugeln 9 und dem prozentualen Metallfüllgrad in der Kunststoffmatrix 8 ermittelt. Unter prozentualen Metallfüllgrad wird dabei der prozentuale Anteil der Summe der Kugelvolumina in einem Gesamtvolumen verstanden. In der Modellrechnung wurde für die Metallkugeln 9 ein Durchmesser von 0,1 mm angenommen. Außerdem wurde angenommen, daß sich die Metallkugeln 9 zwischen zwei Elektroden auf unterschiedlichen Potentialen im Abstand von 1 mm befinden.

Fig. 8 stellt den Zusammenhang zwischen dem prozentualen Metallfüllgehalt V_M/V_0 in Abhängigkeit vom Außendurchmesser \varnothing_A der isolierten Metallkugeln 9 dar.

In einer weiteren Berechnung wurde unter gleichen Voraussetzungen die dabei entstehende Isolationsdicke d_s in

DE 198 54 642 A 1

5

mm in Abhängigkeit vom prozentualen Metallfüllgrad ermittelt. Die Isolationsdicke ist dabei gleich der Summe der Isolierschichten 11. Fig. 9 zeigt das Ergebnis dieser Berechnung.

Aus Fig. 8 geht hervor, daß mit unbeschichteten Metallkugeln 9 mit einem Außendurchmesser von 0,1 mm ein Maximalwert von 55% für den Metallfüllgrad erreichbar ist. Weiterhin geht aus Fig. 8 hervor, daß zur Erzielung von wärmetechnisch wirksamen Metallfüllungen in der Kunststoffmatrix 8 nur geringe Dicken der Isolierschicht 11 in Frage kommen. Zum Beispiel führt eine 5 µm dicke Lackschicht auf Metallkugeln 9 mit einem Durchmesser von 0,1 mm zu einem Metallfüllgrad von etwa 47%. Die erreichte Isolationsdicke zur Sicherstellung der Spannungsfestigkeit beträgt dabei nur etwa 4,8% der Entfernung zwischen den Elektroden. Eine Erhöhung der Dicke der Lackschicht hat jedoch erhebliche Auswirkungen auf die Wärmeleitung. Eine 25 µm dicke Lackschicht auf Metallkugeln 9 mit einem Durchmesser von 0,1 mm führt zu einem Metallfüllgrad von nur noch 28%. Die erreichte Isolationsdicke zur Sicherstellung der Spannungsfestigkeit beträgt dann allerdings 20% der Entfernung zwischen den Elektroden.

Zur Überprüfung der Spannungsfestigkeit von verschiedenen isolierten Metallkugeln 9 wurden Durchschlagsversuche zwischen zwei runden Metallplatten durchgeführt. Die als Isolierschicht 11 dienende Lackierung hatte eine mittlere Schichtdicke von ungefähr 1 bis 2 µm, allerdings mit blanken Stellen. Die ebenfalls als Isolierschicht 11 dienende Oxidationsschicht wurde mit offener Flamme hergestellt, wobei die erreichte Dicke nicht bekannt ist.

Die durchgezogene Linie 21 in Fig. 10 stellt dabei den Zusammenhang zwischen Spannungsfestigkeit U_D und Elektrodenabstand A_e für die lackierten Metallkugeln 9 dar, während die gestrichelte Linie 22 den Zusammenhang zwischen Spannungsfestigkeit U_D und dem Elektrodenabstand A_e für die oxidierten Metallkugeln 9 darstellt. Die lackierten Metallkugeln 9 erzielen eine Spannungsfestigkeit von 2,2 kV/mm und die oxidierten Metallkugeln 9 einen Wert von etwa 400 V/mm.

Patentansprüche

1. Bauelement zur Verwendung in elektrischen Schaltungen mit einer Wärmesenke (8) aus Kunststoff, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Wärmesenke (8) aus Kunststoff eine Vielzahl von einer Isolierschicht (11) tragende Metallteilchen (9) enthalten ist.
2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte der Metallteilchen (9) zwischen Sedimentationsdichte und Schlütdichte liegt.
3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallteilchen (9) eine Form von der Art einer Kugel aufweisen.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Metallteilchen (9) zwischen 0,02 und 0,5 mm liegt.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallteilchen (9) aus einem nicht ferromagnetischen Material gefertigt sind.
6. Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallteilchen (9) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung hergestellt sind.
7. Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallteilchen (9) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt sind.
8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht von einer Kunststoffschicht (11) gebildet ist.

6

9. Bauelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Kunststoffschicht (11) und den Metallteilchen (9) ein Haftvermittler vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (11) von elektrisch nicht leitenden Metallverbindungen auf der Oberfläche der Metallteilchen gebildet ist.

11. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke der Isolierschicht (11) zwischen 1 µm und 10 µm liegt.

12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmesenke (8) aus einem Kunstharz hergestellt ist.

13. Bauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß elektrisch leitende Bereiche des Bauelements von einer Hülle (18) mit einer Vielzahl von Öffnungen mit einer Öffnungsweite kleiner als der Durchmesser der Metallteilchen (9) umgeben ist.

14. Bauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallteilchen (9) in der Wärmesenke (8) von wenigstens einer Hülle (20) mit einer Vielzahl von Öffnungen mit einer Öffnungsweite kleiner als der Durchmesser der Metallteilchen (9) umgeben sind.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 198 54 642 A1
H05 K 7/20
15. Juni 2000

FIG 1

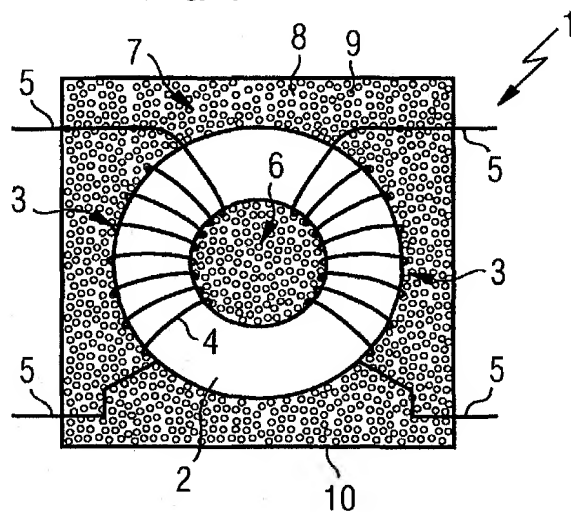


FIG 2

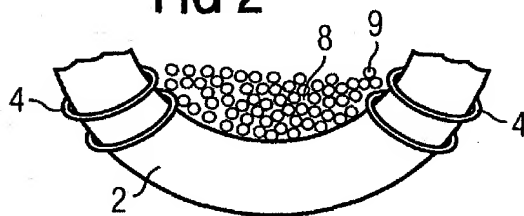
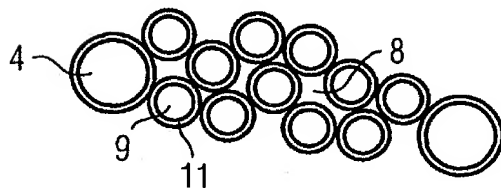


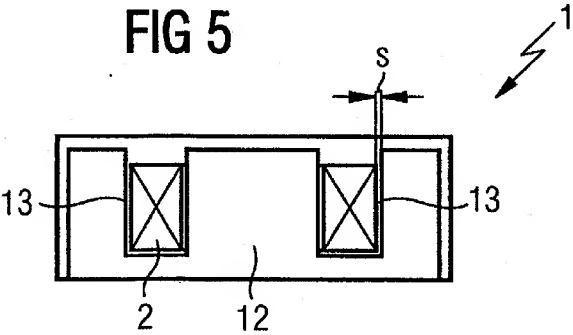
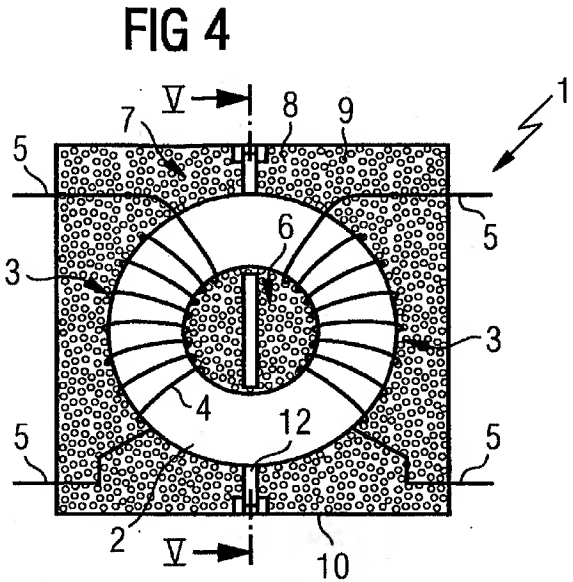
FIG 3



ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 198 54 642 A1
H 05 K 7/20
15. Juni 2000



ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:

Int. Cl.7:

Offenlegungstag:

DE 198 54 642 A1

H 05 K 7/20

15. Juni 2000

FIG 6

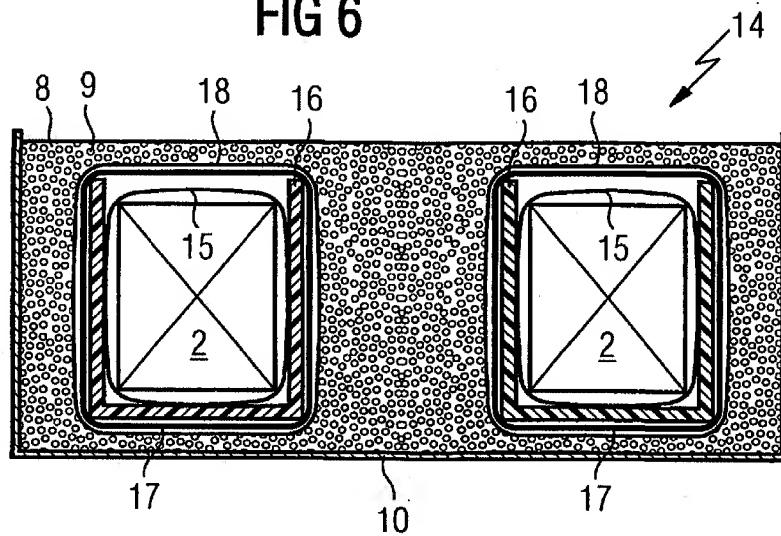
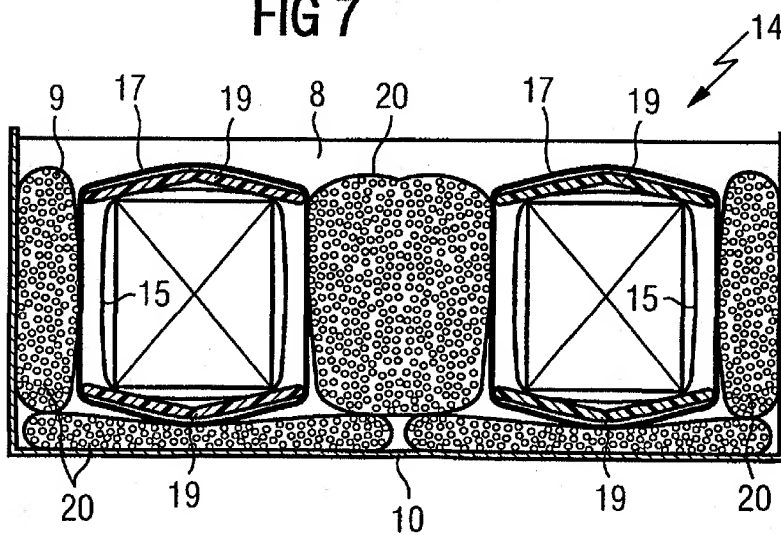


FIG 7

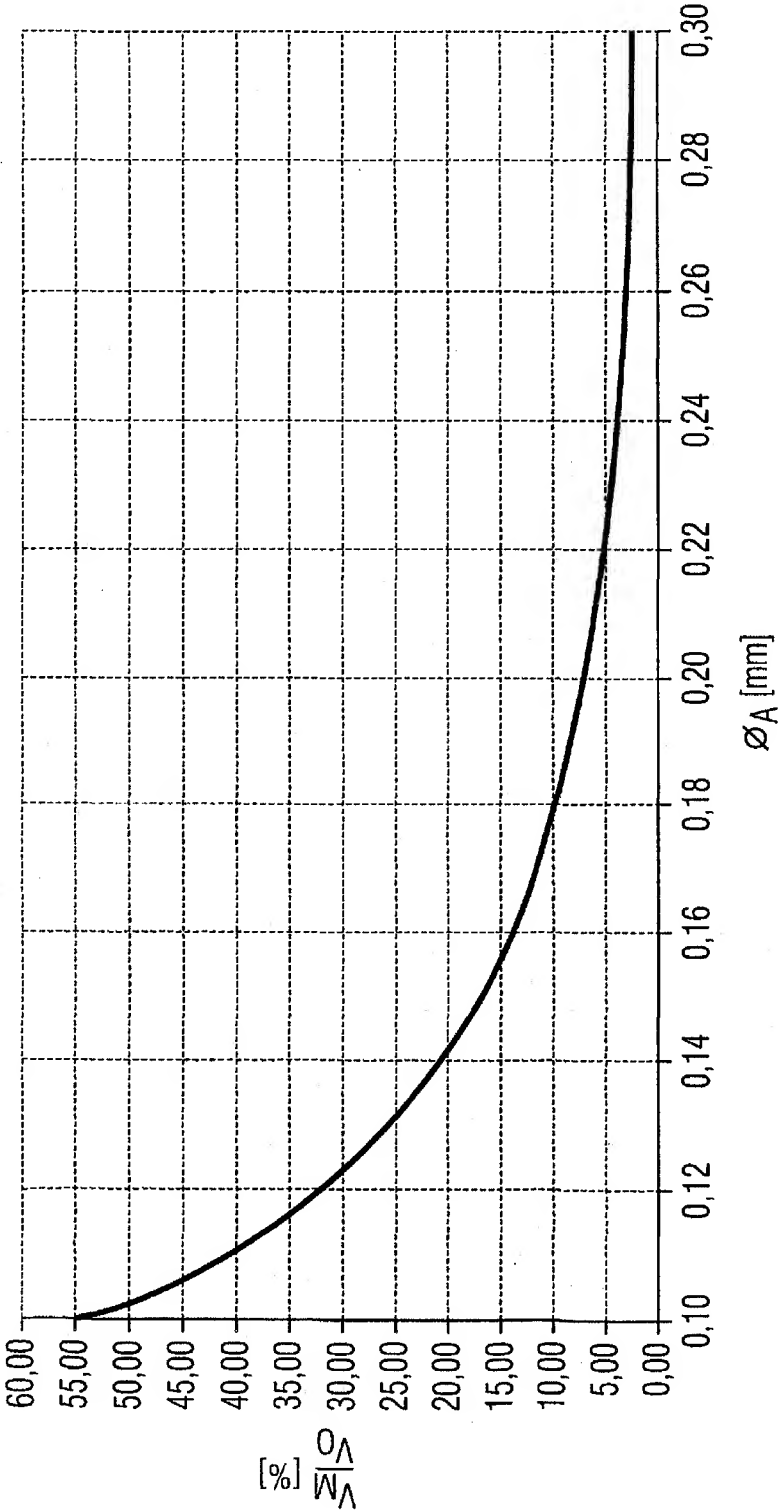


ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 198 54 642 A1
H 05 K 7/20
15. Juni 2000

FIG 8

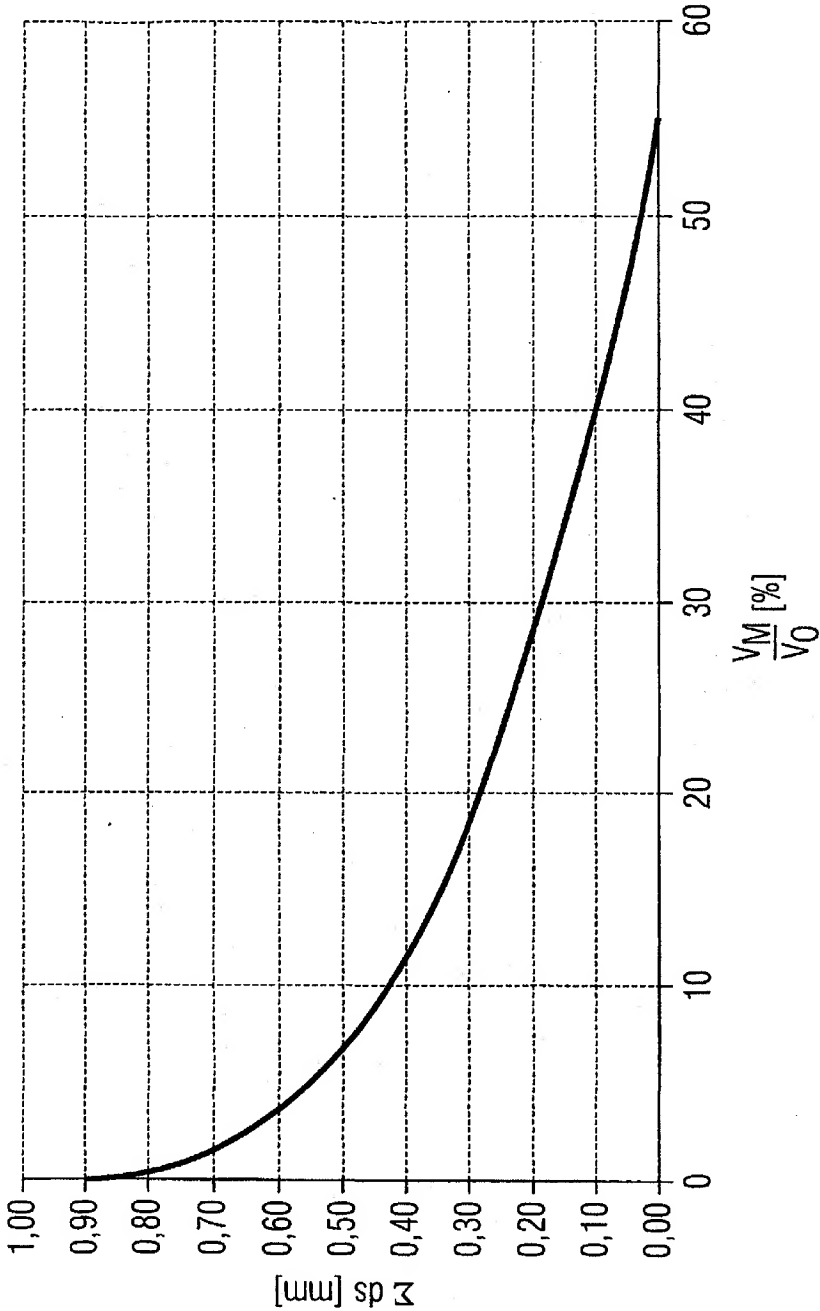


ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 198 54 642 A1
H 05 K 7/20
15. Juni 2000

FIG 9



ZEICHNUNGEN SEITE 6

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 198 54 642 A1
H 05 K 7/20
15. Juni 2000

FIG 10

